

hFCM とレジストレーションを用いた MR 画像からの海馬領域抽出

権 仁洙¹ 松成一朗² 吉田 武稔³北陸先端科学技術大学院大学 科学技術開発戦略センター¹先端医学薬学研究センター²北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科³

1. まえがき

MR 画像は PET や SPECT より解像度が高く、被爆もないことから、アルツハイマー症の診断装置として、期待されている。特に MR 画像から海馬の容積を算出することは、初期段階のアルツハイマー症の診断に有効とされている¹⁾。しかし現状では、MR 画像上の海馬領域を手作業で設定する必要がある。したがって設定者の技量や経験に依存し、また作業時間も長くなる²⁾。そこで、本論文では MR 画像から海馬領域を自動抽出するアルゴリズムを提案する。

2. 提案アルゴリズム

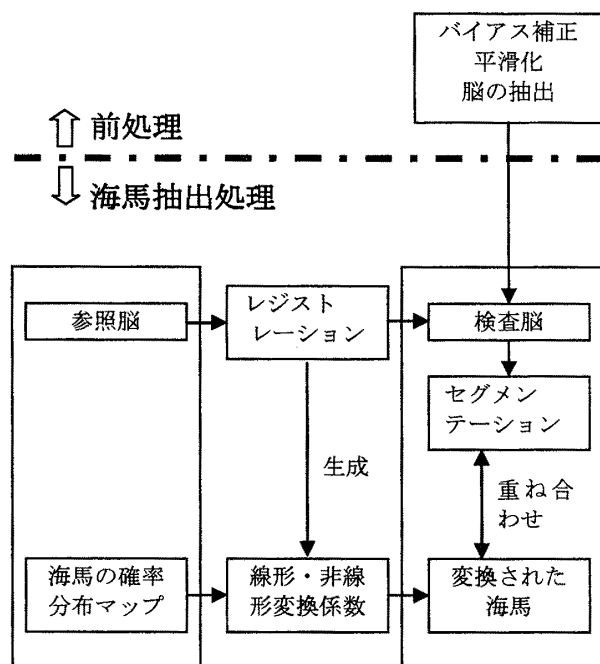


図 1. 海馬自動抽出の流れ

本章では海馬領域自動抽出アルゴリズムを前処理と海馬抽出処理に分けて説明する (図 1 参照)。図 1 の中の検査脳は被験者の脳画像であり、参照脳は海馬領域が特定された脳画像である。

2. 1 前処理

レジストレーションは MR 画像の撮影時に生じるバイアス、脳以外の部位、ノイズなどの影響を受けやすい。このような影響を除去するため、検査脳にバイアス補正、平滑化と脳の抽出の 3 つの前処理を行う。バイアスは、MR 装置の磁場の不均一性や検査脳の構造的な差から起こる MR 画像の信号強度の不均一性から生じる。更にバイアスはセグメンテーションにも影響を与えるので、本論文ではまずバイアス補正を行った。バイアス補正³⁾には英国 UCL の Friston らにより開発された SPM (Statistical Parametric Mapping) のバイアス補正関数を用いた。次に、ガウシアンカーネルでの平滑化を行う。平滑化は MR 画像に含まれるノイズの除去と共に部分容積効果 (放射能濃度が同じでも面積が大きくなると信号の強度が大きくなる効果) による影響を減らすことができる。最後に、脳と脳以外の部位に分割し、脳の抽出を行う。脳の抽出には FMRI (The Oxford Centre for Functional Magnetic Resonance Imaging of the Brain) の BET (Brain Extraction Tool) 法⁴⁾を用いた。

2. 2 海馬抽出

本論文では、LONI (Laboratory of Neuro Imaging, UCLA) が提供する参照脳と ICBM (International Consortium for Brain Mapping) Probabilistic Tissue Atlas を用いて、検査脳から海馬を特定する。また、海馬は解剖学的に灰白質に属しているので、より正確に海馬を抽出するために、脳画像から抽出した灰白質から海馬を抽出する。そのためにまず、検査脳から灰白質を抽出するためのセグメンテーションを実施する。セグメンテーションには著者らが開発した hFCM (histogram Fuzzy c-Means) 法を用いる。hFCM は脳画像からヒストグラムを作成し、そのヒストグラムに FCM を適用した領域分割手法である。参照脳の海馬領域から検査脳の海馬領域を特定するためには参照脳

Extracting Human Hippocampus Region Using hFCM and Registration

¹ COE center, Japan Advanced Institute of Science and Technology

² The Medical & Pharmacological Research Center Foundation

³ School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology,

と検査脳の位置合わせと解剖学的な形の整合を行う(図1のレジストレーション)。次に、レジストレーションの際に生成される 4×4 のAffine変換マトリックスと3次元DCT(discrete cosine transform)係数を用い、参照脳のProbabilistic Tissue Atlasの中から海馬を抽出する。

3. 実験・結果

検査脳として、サイズ 256×256 ピクセル、そして、デプスは16ビットから8ビットに変換した124枚のグレーのMR画像を用意し、海馬領域の抽出を行った。検査脳には図2のようなバイアスが存在した。hFCMを用いて、検査脳の灰白質を抽出した画像が図3である。この灰白質と図4のレジストレーションの際に得られた線形・非線形係数を用いて、検査脳の花馬を抽出した結果が図5である。図5の中の黒色に包まれている部位が海馬である。また、黒色は海馬であ

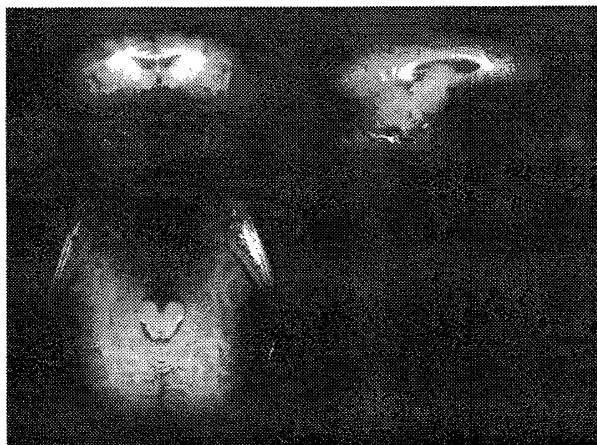


図2. 検査脳のバイアス

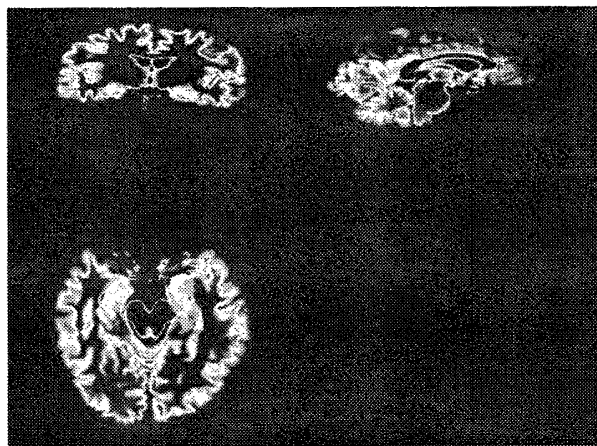
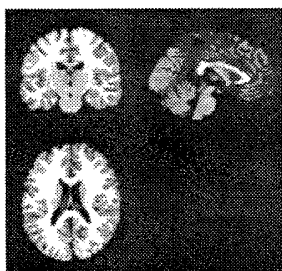
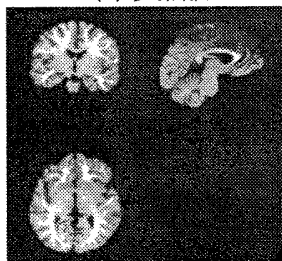


図3. 検査脳の灰白質

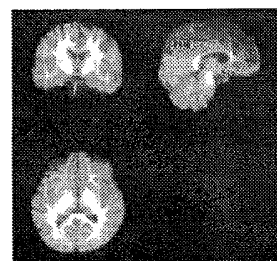
る確率が低いことを表している。今後、手作業で抽出した海馬と本提案手法から得た海馬との比較を行う予定である。



(a) 参照脳



(b) レジストレーションした結果



(c) 検査脳

図4. 参照脳と検査脳のレジストレーション

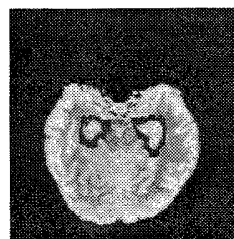


図5. 検査脳の花馬領域

4. 参考文献

- 1) Gomez-Isla T, Price JL, McKeel DW, Morris JC, Growdon JH, Hyman BT. "Profound loss of layer II entorhinal cortex neurons occurs in very mild Alzheimer's disease." , J. Neuroscience 1996, vol.16, pp.4491-4500
- 2) 松田博史, "早期アルツハイマー型認知症診断支援システム VSRAD について", 日本放射能技術学会雑誌, 2005, pp.1066-1072
- 3) John Ashburner and Karl J. Friston, "Unified Segmentation", NeuroImage, 2005, pp.839-851
- 4) S.M. Smith, "Fast robust automated brain extraction", Human Brain Mapping, 2002, 17(3), pp.143-155